

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 846 806

(21) N° d'enregistrement national :
02 11479

(51) Int Cl⁷ : H 02 K 15/04, H 02 K 3/12

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 16.09.02.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 07.05.04 Bulletin 04/19.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : Se reporter à la fin du
présent fascicule

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(71) Demandeur(s) : VALEO EQUIPEMENTS ELECTRI-
QUES MOTEUR Société par actions simplifiée — FR.

(72) Inventeur(s) : FRERE JEAN PHILIPPE, BADEY
JEAN PHILIPPE, EVEN DENIS, RAMET VINCENT,
FAVEROLLE PIERRE et ARRIGHI SEBASTIEN.

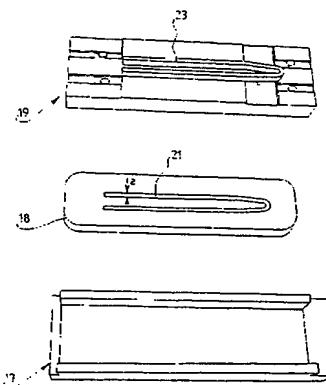
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) :

(54) PROCÉDÉ DE FABRICATION DE CONDUCTEURS ELECTRIQUES EN FORME D'ÉPINGLES EN U,
DISPOSITIF POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE PROCÉDÉ ET CONDUCTEURS AINSI OBTENUS.

(57) Le procédé de fabrication, à partir d'un fil électrique-
ment conducteur entouré d'un revêtement en émail, des
conducteurs en épingle en forme d'un U, en particulier
pour un bobinage d'un stator d'une machine électrique tour-
nante, comprenant des encoches de réception des bran-
ches de chaque épingle, dont la section transversale au
moins dans la partie destinée à être reçue dans les enco-
ches présente une section transversale rectangulaire est
caractérisé en ce que l'on réalise un conducteur en épingle
(3) à partir d'un tronçon de fil émaillé de départ et en ce que
l'on réalise la transformation de la section transversale de
départ en une section transversale rectangulaire par une
opération de matriage.

Le dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé com-
prend une matrice (18) muni d'une empreinte et un poinçon
(19) pour la déformation des épingle dans l'empreinte.



FR 2 846 806 - A1



L'invention concerne un procédé de fabrication, à partir d'un fil électriquement conducteur, notamment de section transversale ronde entourée d'un revêtement en émail, des conducteurs en épingles en forme d'un U, d'un bobinage d'un stator et/ou d'un rotor d'une machine électrique tournante, comprenant des encoches de réception des branches de chaque épingle, dont la section transversale au moins dans la partie qui est reçue dans les encoches du stator présente une section transversale rectangulaire, un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé, et un conducteur en épingle obtenu à l'aide de ce dispositif.

Il est connu de réaliser des épingles en forme de U, de section transversale rectangulaire, par laminage à l'aide de rouleaux d'un fil rond et par pliage d'un tronçon approprié de ce fil de forme rectangulaire.

Or, on constate sur un fil laminé par des rouleaux un allongement du fil et une réduction de sa section transversale, ce qui implique un mouvement différentiel entre les rouleaux et le fil dans le sens de laminage et des efforts de cisaillement de la couche d'émail. A titre d'exemple, un fil d'un diamètre de 2,24 mm sur cuivre laminé à $1,66 \times 2,47 \text{ mm}^2$ avec un rayon de 0,6 mm se réduit de 12 % en section transversale. D'autre part, lors de la formation du U, le fil de section transversale rectangulaire est plié sur chant. Ceci a pour conséquence que la section locale du fil rectangulaire se déforme en trapèze, avec gonflement de l'épaisseur vers l'intérieur du pli. La figure 5 illustre cette déformation de la section rectangulaire montrée en A en un trapèze représenté en B. Cet effet occasionné par le pliage est une contrainte qui doit être prise en considération à la conception du bobinage car elle réduit la distance entre les fils dans le bobinage du stator.

La présente invention a pour but de pallier de manière simple et économique les inconvénients qui viennent d'être décrits.

Pour atteindre ce but, le procédé selon 5 l'invention est caractérisé en ce que l'on réalise une épingle en forme d'un U à partir d'un tronçon de fil émaillé rond et en ce que l'on réalise la transformation de la section transversale ronde en une section transversale rectangulaire par une opération de 10 matriçage.

Le dispositif de mise en oeuvre du procédé selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comporte une matrice comportant une empreinte de réception des épingles à section transversale ronde, qui présente la 15 forme de l'épingle présente après l'opération de transformation et un organe de poinçon destiné à déformer l'épingle reçue dans l'empreinte.

Grâce à l'invention on ménage l'émail des conducteurs. En outre, si désiré, les têtes et les 20 extrémités libres des épingles peuvent avoir des sections différentes de celles des branches logées dans les encoches.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci 25 apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant un mode de réalisation de l'invention et dans lesquels :

30 - la figure 1 est une vue en perspective d'un stator d'une machine électrique tournante, pourvu d'un bobinage à épingle standard ;

- la figure 2 montre une épingle à section transversale ronde ;

5 - la figure 3 illustre une épingle de section transversale rectangulaire utilisée pour la réalisation d'un bobinage du type de celui représenté sur la figure 1 ;

10 5 - la figure 4 est une vue en coupe radiale, avec arrachement, d'un stator selon la figure 1 ;

15 - la figure 5 illustre les sections transversales d'un tronçon de fil à section transversale rectangulaire avant et après la réalisation de l'épingle en forme d'un U, selon l'état de la technique ;

20 - les figures 6 et 7 illustrent deux versions des sections transversales d'une épingle avant et après l'opération de matriçage selon l'invention ;

25 - les figures 8A, B, C sont des vues en perspective des différents organes d'un dispositif d'outillage de matriçage selon l'invention, et

30 - la figure 9 est une vue en perspective de la matrice du dispositif selon la figure 8, avec une épingle obtenue par matriçage.

35 La figure 1 montre un induit sous la forme d'un stator typique d'une machine électrique tournante, à savoir d'un alternateur, dont le bobinage est formé par une pluralité de conducteurs électriques en forme d'épingle tel que représenté sur la figure 3, d'une section transversale rectangulaire. Un tel alternateur doté d'un stator à épingle est décrit dans le document FR A 2 819 117 auquel on se reportera pour plus de précisions, sachant que le stator constitue l'induit de la machine.

40 Comme visible à la figure 3 chaque épingle 3 est globalement en forme de U et comporte donc deux branches issues d'une tête 10. Le corps de stator 5 de forme annulaire cylindrique, avantageusement constitué par un empilage de tôles, comporte, de façon connue en soi, dans sa face radialement interne des encoches 7 axiales

du type semi-fermé uniformément réparties sur cette surface, qui sont destinées et configurées chacune pour recevoir la portion médiane, indiquée en 9 sur la figure 3, de quatre branches de conducteurs en épingle 3. Les 5 portions de branche 9 sont juxtaposées dans la direction radiale du stator.

Comme le montre la figure 1, chaque conducteur en épingle 3 est engagé par une portion de branche 9 dans une encoche 7, tandis que l'autre portion médiane de 10 l'autre branche, désignée par la référence 9' sur la figure 3, est engagée dans une autre rainure décalée angulairement de la première. Pour constituer le bobinage, les conducteurs en épingle 3 destinés à former une phase de l'enroulement de stator sont montés en 15 série entre une entrée et une sortie. De chaque côté axial du stator, les bases ou têtes des épingles, indiquées en 10 sur la figure 3, forment un premier chignon 11 tandis que les extrémités libres des branches, indiquées en 12, sont connectées de façon 20 appropriée connues en soi, avantageusement par soudage, et constituent un chignon 13 à l'autre côté axial du stator. Il est évident que ce qui est expliqué est transposable au rotor d'un moteur électrique, tel celui 25 d'un démarreur de véhicule automobile, constituant l'induit de la machine électrique tournante ; sachant que le rotor comporte de manière connue un corps constitué par un paquet de tôles dotées d'encoches axiales pour recevoir les portions médianes des épingles en forme de U agencées pour former un premier et un 30 deuxième chignon de part et d'autre du corps du rotor.

Pour réaliser un conducteur en épingle de section transversale rectangulaire, selon la figure 3, il est connu de réaliser en une première opération, par laminage à l'aide des rouleaux, à partir d'un fil 35 émaillé de section transversale circulaire, un fil

présentant une section transversale rectangulaire. Dans une seconde opération, le conducteur en épingle selon la figure 3 est obtenu par pliage de ce fil préalablement formé.

5 Ce procédé présente l'inconvénient qui est invoqué plus haut et consiste en le gonflement de l'épaisseur, indiqué en 15 sur la figure 5, situé vers l'intérieur du pli et donc de la tête 10. Ce gonflement diminue le passage de l'air sachant que dans un alternateur 10 conventionnel un ventilateur est implanté radialement en dessous du chignon 11 pour refroidir le stator 5.

Différemment de l'état de la technique, le procédé selon l'invention pour la formation des épingles en forme d'un U consiste à réaliser en une première étape, 15 à partir d'un fil rond entouré d'un revêtement en émail (non représenté spécifiquement), un conducteur en épingle tel que représenté sur la figure 2 et dont la section transversale est toujours ronde.

Puis, dans un dispositif outillage de matriçage 20 selon l'invention, l'épingle est transformée en une épingle dont les portions souhaitées sont configurées de façon à présenter une section transversale rectangulaire d'épaisseur constante.

L'outillage de matriçage selon l'invention 25 comporte, conformément aux figures 8A à 8C une semelle d'appui 17, une matrice 18 et un poinçon 19. La matrice 18 est en forme d'une plaque dans laquelle est usinée une empreinte 21 qui présente la forme de l'épingle 3 que l'on souhaite obtenir. La largeur du fil en U 30 constituant l'épingle est déterminée par la largeur a de l'empreinte. L'épaisseur du fil est définie par des butées axiales. La matrice 18 est destinée à être placée dans la semelle d'appui 17, de la manière illustrée sur la figure 9. Pour ce faire la semelle présente ici deux 35 cloisons longitudinales (non référencées) pour

positionner la matrice 18 placée entre les deux cloisons. Le poinçon 19 présente également la forme d'une plaque sur laquelle est prévue une nervure 23 en forme de l'épingle que l'on souhaite obtenir. Cette 5 nervure 23 est destinée à s'engager lors du matriçage dans l'empreinte 21 et présente par conséquent une forme complémentaire à cette empreinte.

Lors du matriçage, on place une épingle en forme d'un U d'une section transversale ronde selon la figure 10 2 dans l'empreinte 21, qui a été mise en place préalablement dans la semelle d'appui 17. Puis on pose le poinçon 19 sur la matrice 18 et l'on pousse la nervure 23 du poinçon dans l'empreinte 21 ce qui provoque la déformation de l'épingle qui, sous l'effet 15 du poinçon 19, adoptera alors la forme de l'empreinte 21.

Il ressort de la description qui précède, que le procédé selon l'invention pour la fabrication de conducteurs en forme d'épingle d'un bobinage de stator 20 et/ou de rotor d'une machine électrique tournante, implique la réalisation d'une ébauche en fil rond, formé selon la fibre neutre de la pièce en U à plat. Cette ébauche peut être obtenue par une machine spéciale et des outillages adaptés ou par une machine plus 25 universelle telle qu'une machine à coulisseaux multiples, travaillant le fil selon le cycle comprenant des opérations de déroulage, de redressage, de dénudage de certaines zones, si cela s'avère nécessaire, de coupe et de formage. L'opération suivante est l'insertion de 30 l'ébauche en fil rond dans l'outil de matriçage, la fermeture de l'outil, l'aplatissement de l'épingle dans l'empreinte sous l'effet de la force de pression du poinçon, l'ouverture de l'outil et l'extraction du U. La figure 9 montre l'outil après l'ouverture, l'épingle 35 après le matriçage étant en train d'être sortie.

L'invention présente de nombreux avantages. Ainsi lors de l'opération de matriçage, on observe une réduction de section transversale très faible, inférieure à 2 %. Par exemple, pour obtenir un fil 5 identique à celui indiqué plus haut à titre d'exemple de l'état de la technique, il suffit de partir d'un fil de 2,12 mm de diamètre sur cuivre. Le mouvement entre le fil et les parois de la matrice est donc très faible et la contrainte de cisaillement de l'émail négligeable. La 10 tenue de l'émail s'en trouve améliorée, ce qui permet par exemple de réaliser des sections plus plates, c'est-à-dire d'un rapport largeur/épaisseur plus élevé ou des plis sur chant dans la zone 10 de la figure 3, d'un rayon plus faible.

15 L'outillage de matriçage peut être conçu pour former des pièces de section constante, identique aux pièces réalisables en fil laminé. Mais cet outillage permet aussi de réaliser des épingles présentant des zones de profils différents. En effet, il est de toute 20 façon préférable que les épingles présentent une section transversale rectangulaire dans leur portion engagée dans les encoches du paquet de tôle constituant le stator et/ou le rotor, notamment pour réduire les pertes par effet Joule et augmenter le taux de remplissage des 25 encoches. Dans la zone du pli, le fil est par contre libre et peut avoir une forme différente. Il peut rester rond si les distances entre le fil et les contraintes de refroidissement du chignon le permettent. Il peut être avantageux de lui donner une section transversale de 30 forme oblongue, de même épaisseur que dans la zone d'encoche, mais en laissant le fil se déformer librement en largeur, de la manière illustrée sur la figure 7. Ceci présente l'avantage qu'il n'y a pas de contraintes locales de l'émail sur les chants. On peut ainsi obtenir 35 des têtes d'épingles 10 avec un rayon de courbure faible.

Cette forme est favorable au refroidissement et la réduction du bruit aérodynamique, dans la machine électrique tournante puisqu'il favorise l'écoulement du fluide de refroidissement traversant le chignon 11 du 5 stator.

L'invention permet encore de configurer les extrémités libres des épingle dans la zone 12 selon la figure 3 qui sont hors du paquet de tôle et sont destinées à être reliées d'une épingle à l'autre par 10 exemple par soudage ou sous soudo-brasage par résistance pour former le chignon 13.

Les formes de l'empreinte 21 de la matrice 18 aux endroits appropriés peuvent être optimisées pour favoriser les opérations qui viennent d'être énoncées. 15 Si cela s'avère nécessaire ou souhaitable, il est également possible de dénuder avec précision les extrémités libres 12 des épingle lorsque que le fil est encore rond, ce qui est plus facile à faire que sur du fil rectangulaire. Comme l'allongement est faible, la 20 position de la zone dénudée sur le fil matricé est prévisible.

L'invention est applicable à tout type de machine électrique tournante, notamment à des alternateurs pour véhicule automobile, en particulier à 6, 7, 8 ou 9 25 paires de pôles. L'invention concerne des bobinages triphasés ou à deux systèmes triphasés décalés ou à un nombre quelconque de systèmes triphasés décalés et des bobinages en épingle à 2, 4, 6 ou plus conducteurs par encoche. L'invention est également applicable de manière 30 précitée à un induit d'un moteur électrique, tel que l'induit d'un démarreur de véhicule automobile.

Bien entendu il est avantageusement prévu des moyens pour éjecter l'épingle après l'opération de matriçage et d'une manière générale on automatise la

machine comprenant le poinçon 19 la matrice et la semelle d'appui 17.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication, à partir d'un fil électriquement conducteur notamment de section transversale ronde, entouré d'un revêtement en émail, des conducteurs en épingles en forme d'un U, en particulier pour un bobinage d'un stator d'une machine électrique tournante, comprenant des encoches de réception des branches de chaque épingle, dont la section transversale au moins dans la partie destinée à être reçue dans les encoches présente une section transversale rectangulaire, caractérisé en ce que l'on réalise un conducteur en épingle (3) à partir d'un tronçon de fil émaillé de départ et en ce que l'on réalise la transformation de la section transversale de départ en une section transversale rectangulaire par une opération de matriçage.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on dénude les extrémités libres (12) des conducteurs en épingle (3) qui sont dénudés avant l'opération de matriçage pour permettre leur connexion électrique dans le stator avec les extrémités libres d'autres connecteurs en épingle correspondants.

3. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il est formé par un outillage de matriçage comprenant une matrice (18) pourvue d'une empreinte (21) de conducteurs (3) en forme d'épingle à section transversale notamment ronde, qui présente la forme des épingles après l'opération de matriçage, et un organe poinçon (8) de déformation des épingles dans l'empreinte pour qu'elles adoptent la forme de celle-ci.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la matrice (18) présente la forme d'une plaque pourvue de l'empreinte (21) et l'organe

5 poinçon présente la forme d'une plaque qui porte une nervure (23) de forme complémentaire à celle de l'empreinte et destinée à s'engager dans celle-ci pour assurer la déformation des conducteurs en épingle dans l'empreinte.

10 5. Conducteur en épingle en forme d'un U obtenu à l'aide du dispositif de matriçage selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce qu'il présente une section transversale rectangulaire au moins dans la partie des branches (9) destinée à être reçue dans les 15 encoches (7) d'un stator de machine électrique tournante.

15 6. Conducteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que la partie (10) formant tête du conducteur présente une section transversale différente de celle de la partie des branches (9) précitée.

20 7. Conducteur selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que les extrémités libres (12) du conducteurs présentent une section transversale différente de celle de la partie des branches précitée.

1/3

FIG.1

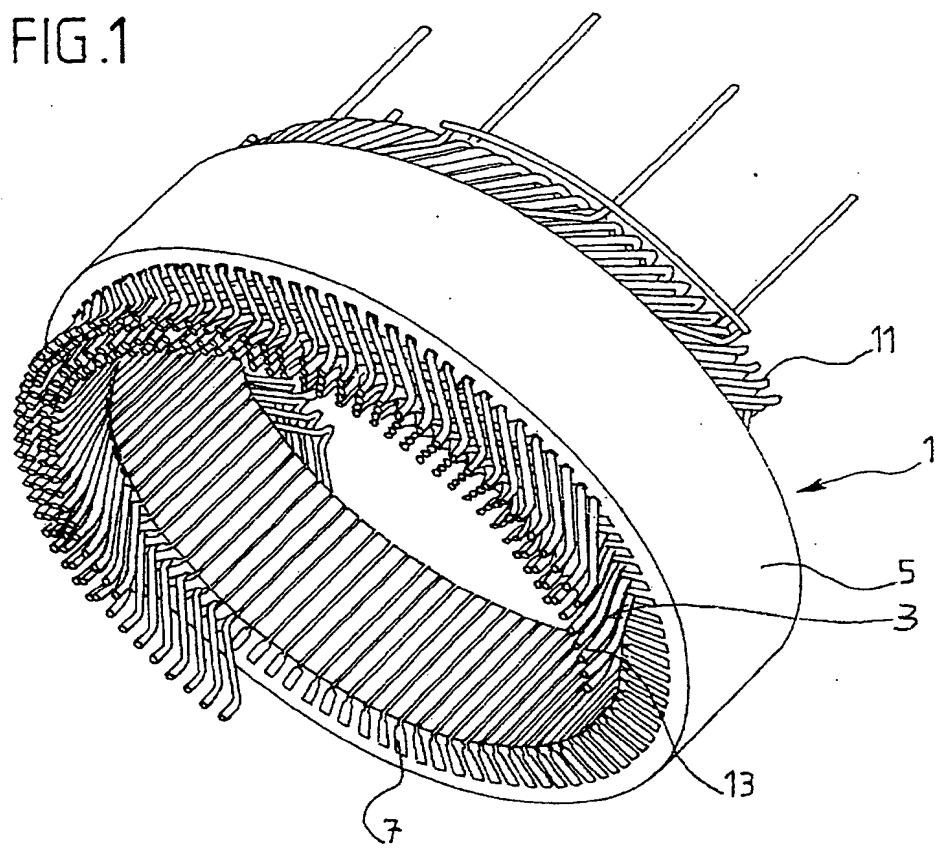


FIG. 2

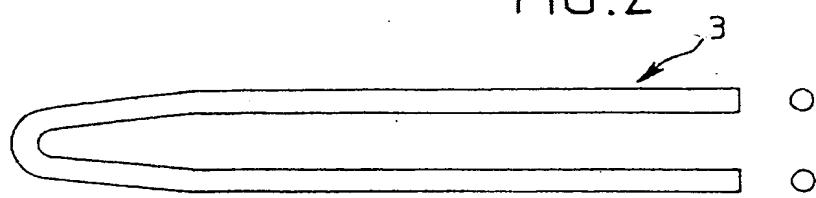
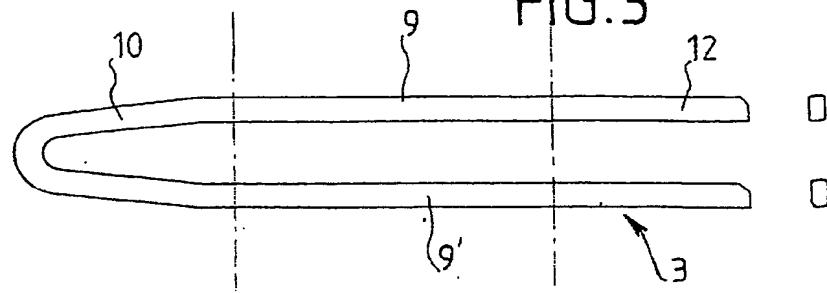


FIG. 3



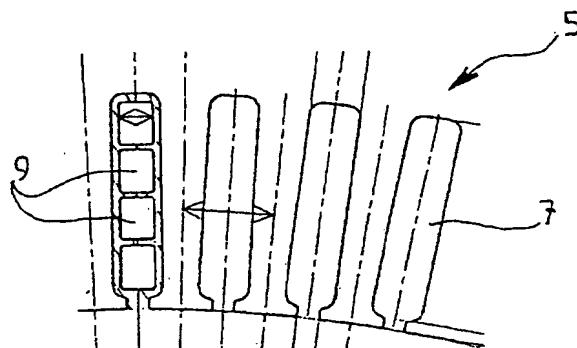
$\frac{2}{3}$ 

FIG. 4

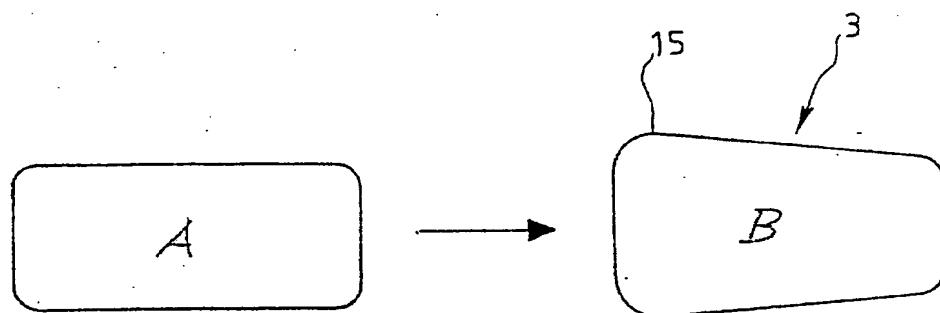


FIG. 5

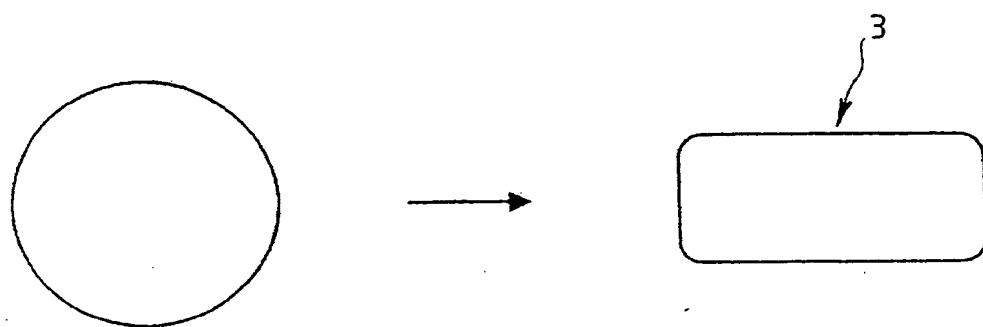


FIG. 6

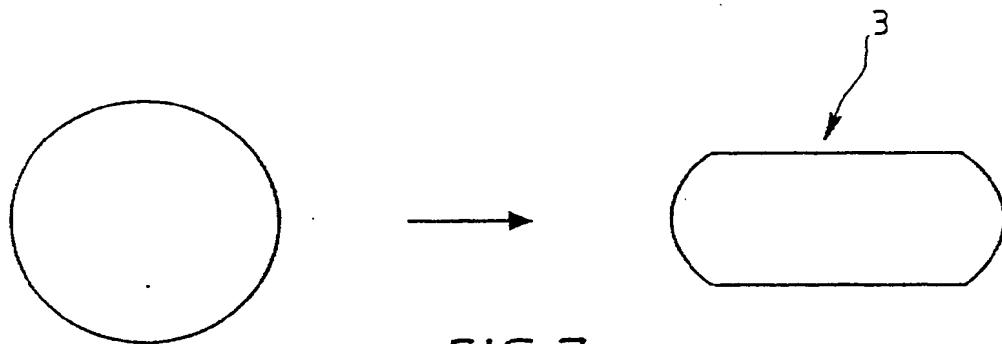


FIG. 7

$\frac{3}{3}$

FIG.8A

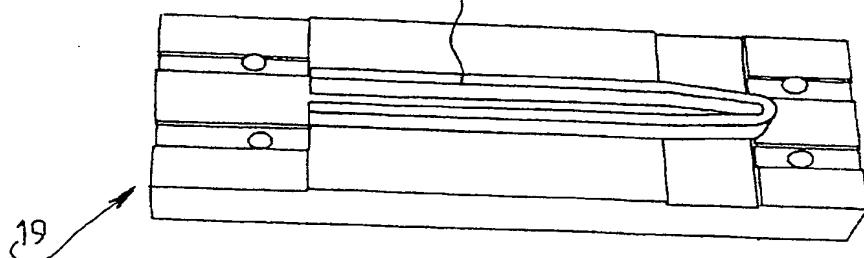


FIG.8B

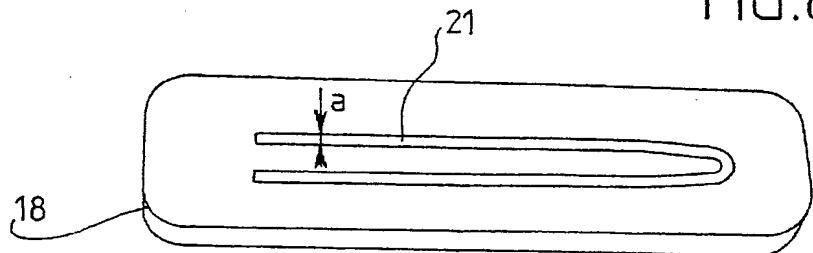


FIG.8C

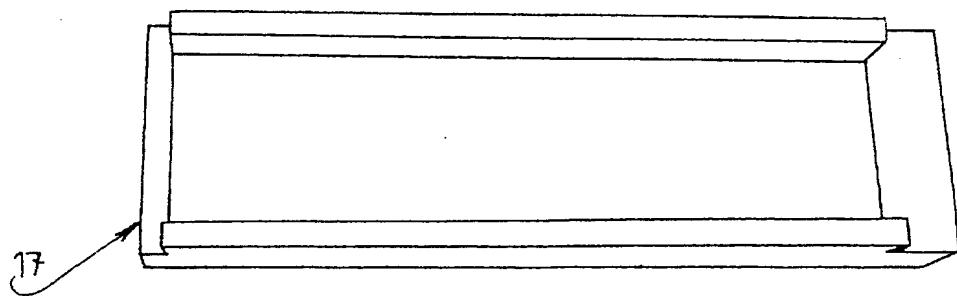
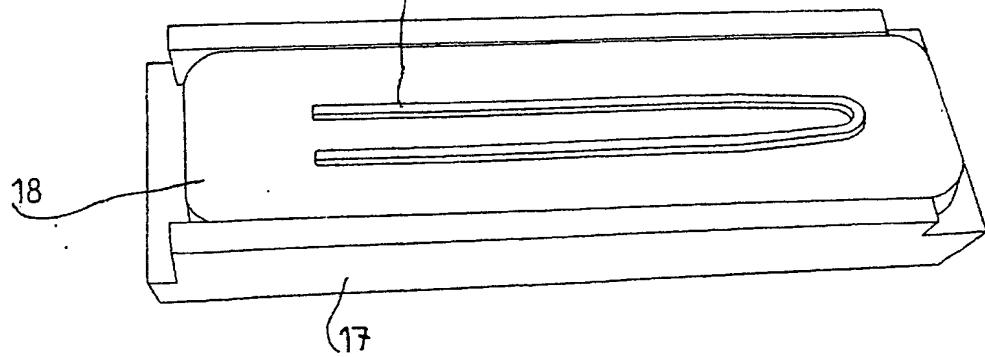


FIG.9





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 622373
FR 0211479

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI		
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes				
X	US 1 834 926 A (V. G. APPLE) 8 décembre 1931 (1931-12-08) * le document en entier * ---	1-3, 5-7	H02K15/04 H02K3/12		
X	US 2002/043886 A1 (FUJITA ET AL.) 18 avril 2002 (2002-04-18) * abrégé * * page 5, alinéas 108-111 * * page 5, alinéa 116 - page 6, alinéa 128 * * page 7, alinéas 148-150; figures 2-4, 6, 7, 14 *	1-6			
X	FR 2 448 803 A (DUCHELLIER ET CIE) 5 septembre 1980 (1980-09-05) * le document en entier *	1, 3-5			
A	DE 38 03 752 A (HITACHI, LTD.) 25 août 1988 (1988-08-25) * abrégé * * colonne 3, ligne 30-39 * * colonne 4, ligne 48 - colonne 5, ligne 62; figures 1-6 *	1, 3-7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 88 (E-490), 18 mars 1987 (1987-03-18) -& JP 61 240832 A (HITACHI LTD), 27 octobre 1986 (1986-10-27) * abrégé; figures 1-10 *	1, 3-7	H02K		
1					
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur			
20 mai 2003		Beitner, M			
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS					
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire					
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant					

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0211479 FA 622373**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **20-05-2003**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 1834926	A	08-12-1931	AUCUN		
US 2002043886	A1	18-04-2002	JP 2002125338 A	26-04-2002	
FR 2448803	A	05-09-1980	FR 2448803 A1	05-09-1980	
DE 3803752	A	25-08-1988	JP 63194543 A DE 3803752 A1 FR 2610770 A1 GB 2202170 A	11-08-1988 25-08-1988 12-08-1988 21-09-1988	
JP 61240832	A	27-10-1986	JP 2003378 C JP 7032551 B	20-12-1995 10-04-1995	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.